

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN(11)Publication number : **2003-202500**(43)Date of publication of application : **18.07.2003**

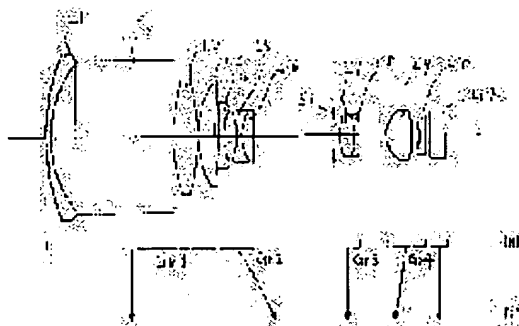
(51)Int.Cl.

G02B 15/20**G02B 7/09****G02B 13/18****H04N 5/225**// **H04N101:00**(21)Application number : **2002-001854**(71)Applicant : **MINOLTA CO LTD**(22)Date of filing : **08.01.2002**(72)Inventor : **HAGIMORI HITOSHI
YAMAMOTO YASUSHI
YAGYU GENTA
ISHIMARU KAZUHIKO****(54) IMAGING APPARATUS**

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an imaging apparatus which is made compact although the device is equipped with a high-performance high variable-power zoom lens system.

SOLUTION: The zoom lens system is provided with a 1st lens group having a positive optical power as a whole and including a right-angle prism equipped with an internal reflection surface for bending a luminous flux at nearly 90°, a 2nd lens group having a negative optical power arranged with leaving a variable air distance from the 1st lens group, a 3rd lens group having a positive optical power arranged with leaving a variable air distance from the 2nd lens group and a 4th lens group having a positive optical power arranged with leaving a variable air distance from the 3rd lens group in this order from an object side, and the power is optically varied by varying the air distance between respective lens groups. The right-angle prism satisfies a prescribed condition.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

29.09.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2003-202500
(P2003-202500A)

(43)公開日 平成15年7月18日 (2003.7.18)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコード [*] (参考)
G 0 2 B 15/20		G 0 2 B 15/20	2 H 0 4 4
7/09		13/18	2 H 0 8 7
13/18		H 0 4 N 5/225	D 5 C 0 2 2
H 0 4 N 5/225		101: 00	
// H 0 4 N 101: 00		G 0 2 B 7/04	A
		審査請求 未請求 請求項の数 4	OL (全 23 頁)

(21)出願番号 特願2002-1854(P2002-1854)

(22)出願日 平成14年1月8日(2002.1.8)

(71)出願人 000006079
ミノルタ株式会社
大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号
大阪国際ビル
(72)発明者 萩森 仁
大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号
大阪国際ビル ミノルタ株式会社内
(72)発明者 山本 康
大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号
大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

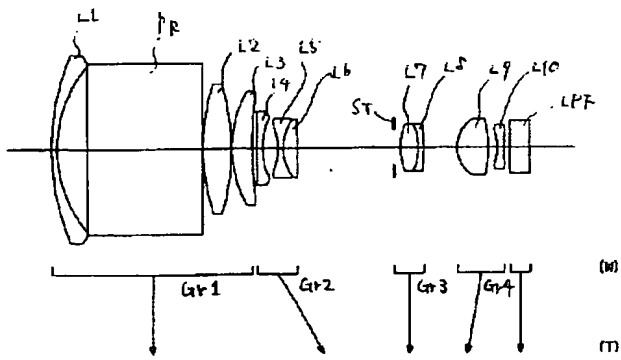
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 撮像装置

(57)【要約】

【課題】 高性能で高倍率ズームレンズ系を備えながら、コンパクトな、撮像装置を提供する。

【解決手段】 ズームレンズ系は、物体側から順に、全体として正の光学的パワーを有し、光束を略90° 折り曲げる内部反射面を備えた直角プリズムを含む第1レンズ群と、前記第1レンズ群との間に変化可能な空気間隔を隔てて配置され、負の光学的パワーを有する第2レンズ群と、前記第2レンズ群との間に変化可能な空気間隔を隔てて配置され、正の光学的パワーを有する第3レンズ群と、前記第3レンズ群との間に変化可能な空気間隔を隔てて配置され、正の光学的パワーを有する第4レンズ群と、からなり、各レンズ群の空気間隔を変化させることにより光学的に変倍を行う。直角プリズムは所定の条件を満足する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】複数のレンズ群を有し、該複数のレンズ群間の間隔を変化させることによって物体の光学像を連続的に光学的に変倍可能に形成するズームレンズ系と、ズームレンズ系が形成した光学像を電気信号に変換する撮像素子を備えた撮像装置であって、

前記ズームレンズ系は、物体側から順に、

全体として正の光学的パワーを有し、光束を略90°折り曲げる内部反射面を備えた直角プリズムを含む第1レンズ群と、

前記第1レンズ群との間に变化可能な空気間隔を隔てて配置され、負の光学的パワーを有する第2レンズ群と、前記第2レンズ群との間に变化可能な空気間隔を隔てて配置され、正の光学的パワーを有する第3レンズ群と、前記第3レンズ群との間に变化可能な空気間隔を隔てて配置され、正の光学的パワーを有する第4レンズ群と、からなり、各レンズ群の空気間隔を変化させることにより光学的に変倍を行うとともに、

以下の条件を満足することを特徴とする撮像装置：

$Np \geq 1.8$

ただし、

Np ：直角プリズムのd線に対する屈折率、である。

【請求項2】複数のレンズ群を有し、該複数のレンズ群間の間隔を変化させることによって物体の光学像を連続的に光学的に変倍可能に形成するズームレンズ系と、ズームレンズ系が形成した光学像を電気信号に変換する撮像素子を備えた撮像装置であって、

前記ズームレンズ系は、物体側から順に、

全体として正の光学的パワーを有し、光束を略90°折り曲げる内部反射面を備えた直角プリズムを含む第1レンズ群と、

前記第1レンズ群との間に变化可能な空気間隔を隔てて配置され、負の光学的パワーを有する第2レンズ群と、前記第2レンズ群との間に变化可能な空気間隔を隔てて配置され、正の光学的パワーを有する第3レンズ群と、前記第3レンズ群との間に变化可能な空気間隔を隔てて配置され、正の光学的パワーを有する第4レンズ群と、前記第4レンズ群との間に变化可能な空気間隔を隔てて配置される第5レンズ群と、からなり、各レンズ群の空気間隔を変化させることにより光学的に変倍を行うことを特徴とする撮像装置。

【請求項3】前記第1レンズ群は、ズーミングに際して固定されていることを特徴とする請求項1又は2のいずれかに記載の撮像装置。

【請求項4】請求項1乃至請求項3のいずれかに記載されている撮像装置を備えたことを特徴とするデジタルカメラ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】本発明は、CCD (Charge Coupled Device 電荷結合素子) やCMOSセンサ (Complementary Metal-oxide Semiconductor 相補性金属酸化膜半導体センサ) 等の受光面上に形成された光学像を電気信号に変換する撮像素子を備えた撮像装置に関し、特にデジタルカメラ；パーソナルコンピュータ、モバイルコンピュータ、携帯電話、情報携帯端末 (PDA: Personal Digital Assistance) 等に内蔵又は外付けされるカメラの主たる構成要素である撮像装置に関するものである。詳しくは、特にズームレンズ系を備えた小型の撮像装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、銀塩フィルムの代わりにCCDやCMOSセンサなどの撮像素子を用いて、光学像を電気信号に変換し、そのデータをデジタル化して記録したり転送したりするデジタルカメラが急速に普及してきている。このようなデジタルカメラにおいては、最近、200万画素や300万画素といった高画素を有するCCDやCMOSセンサが比較的安価に提供されるようになったため、撮像素子を装着した高性能な撮像装置に対する需要が非常に増大しているおり、特に、画質を劣化させずに変倍が可能なズームレンズ系を搭載したコンパクトな撮像装置が切望されている。

【0003】さらに、近年では、半導体素子等の画像処理能力の向上により、パーソナルコンピュータ、モバイルコンピュータ、携帯電話、情報携帯端末 (PDA: Personal Digital Assistance) 等に撮像装置が内蔵又は外付けされるようになっており、高性能な撮像装置に対する需要に拍車をかけている。

【0004】このような撮像装置を小型化するために、ズームレンズ系を光路の途中で折り曲げ、光路長を変化させずにコンパクト化を図る提案が成されている。例えば、特開平11-196303号公報には、マイナスリードのズームレンズ系において、光路上に反射面を設けて略90°折り曲げた後、移動レンズ群を経て撮像素子上に光学像を形成する撮像装置が提案されている。同公報開示の撮像装置は、負メニスカス形状の固定レンズ素子の像側に反射面を設け、この反射面で光路を略90°折り曲げた後、可動の2つの正レンズ群、固定の正レンズ群を経て撮像素子に至る構成を有している。

【0005】また別の例として、特開平11-258678号公報には、負メニスカス形状の固定レンズ素子、可動の正レンズ群の像側に反射面を設け、この反射面で光路を略90°折り曲げた後、正レンズ群を経て撮像素子に至る構成が開示されている。

【0006】さらに、特開平8-248318号公報には、物体側から順に、正の光学的パワーを有する第1レンズ群と、負の光学的パワーを有する第2レンズ群と、正の光学的パワーを有する第3レンズ群と、正の光学的パワーを有する第4レンズ群と、から構成され、第1レンズ群を

10

20

30

40

50

物体側から順に、負レンズ、直角プリズム、正レンズ、負レンズと正レンズの接合レンズ、から構成したズームレンズ系が開示されている。

【0007】さらにまた、特開2000-131610号公報には、物体側から順に、正の光学的パワーを有する第1レンズ群と、負の光学的パワーを有する第2レンズ群と、正の光学的パワーを有する第3レンズ群と、正の光学的パワーを有する第4レンズ群と、から構成され、第1レンズ群を物体側から順に、負レンズ、直角プリズム、正レンズ、から構成したズームレンズ系が開示されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、特開平11-196303号あるいは特開平11-258678号公報においては、鏡胴の構成のみしか開示されておらず、具体的なズームレンズ系の構成が不明であるという問題があった。ズームレンズ系を備えた撮像装置では、体積的に最も大きな空間を占めるズームレンズ系を最適化しない限り、全体的小型化を達成することは困難である。

【0009】また、特開平8-248318号あるいは特開2000-131610号に記載されているズームレンズ系は、第1レンズ群が非常に大きく、コンパクトさに欠けるという問題があった。

【0010】本発明は、以上の課題に鑑み、高性能で高倍率ズームレンズ系を備えながら、コンパクトな、撮像装置を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、第1の発明に係る撮像装置は、複数のレンズ群を有し、該複数のレンズ群間の間隔を変化させることによって物体の光学像を連続的に光学的に変倍可能に形成するズームレンズ系と、ズームレンズ系が形成した光学像を電気信号に変換する撮像素子を備えた撮像装置であって、前記ズームレンズ系は、物体側から順に、全体として正の光学的パワーを有し、光束を略90°折り返す内部反射面を備えた直角プリズムを含む第1レンズ群と、前記第1レンズ群との間に变化可能な空気間隔を隔てて配置され、負の光学的パワーを有する第2レンズ群と、前記第2レンズ群との間に变化可能な空気間隔を隔てて配置され、正の光学的パワーを有する第3レンズ群と、前記第3レンズ群との間に变化可能な空気間隔を隔てて配置され、正の光学的パワーを有する第4レンズ群と、からなり、各レンズ群の空気間隔を変化させることにより光学的に変倍を行うとともに、以下の条件を満足することを特徴とする。

【0012】 $N_p \geq 1.8$

ただし、

N_p : 直角プリズムのd線に対する屈折率、である。

【0013】また、上記目的を達成するために、第2の発明に係る撮像装置は、複数のレンズ群を有し、該複数

のレンズ群間の間隔を変化させることによって物体の光学像を連続的に光学的に変倍可能に形成するズームレンズ系と、ズームレンズ系が形成した光学像を電気信号に変換する撮像素子を備えた撮像装置であって、前記ズームレンズ系は、物体側から順に、全体として正の光学的パワーを有し、光束を略90°折り返す内部反射面を備えた直角プリズムを含む第1レンズ群と、前記第1レンズ群との間に变化可能な空気間隔を隔てて配置され、負の光学的パワーを有する第2レンズ群と、前記第2レンズ群との間に变化可能な空気間隔を隔てて配置され、正の光学的パワーを有する第3レンズ群と、前記第3レンズ群との間に变化可能な空気間隔を隔てて配置され、正の光学的パワーを有する第4レンズ群と、前記第4レンズ群との間に变化可能な空気間隔を隔てて配置される第5レンズ群と、からなり、各レンズ群の空気間隔を変化させることにより光学的に変倍を行うことを特徴とする。

【0014】また、本発明の別の側面は、上記撮像装置を含むデジタルカメラであることを特徴とする。なお、デジタルカメラの語は、従来は専ら光学的な静止画を記録するものを指していたが、動画を同時に扱えるものや家庭用のデジタルビデオカメラも提案されており、現在では特に区別されなくなっている。したがって、以下、デジタルカメラの語は、デジタルスチルカメラやデジタルムービー等の撮像素子の受光面上に形成された光学像を電気信号に変換する撮像素子を備えた撮像装置を主たる構成要素とするカメラをすべて含むものとする。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、本発明の一実施形態について説明する。

【0016】本発明の一実施形態である撮像装置は、例えば図15に示すように、物体側（被写体側）から順に、物体の光学像を変倍可能に形成するズームレンズ系と（TL）、光学的ローパスフィルタ（LPF）と、ズームレンズ系（TL）により形成された光学像を電気的な信号に変換する撮像素子（SR）と、で構成されている。また、ズームレンズ系は、内部に反射面を有するプリズム（PR）を有する第1レンズ群Gr1と、後続するレンズ群を含んでいる。撮像装置は、デジタルカメラ；ビデオカメラ；パーソナルコンピュータ、モバイルコンピュータ、携帯電話、情報携帯端末（PDA: Personal Digital Assistance）等に内蔵又は外付けされるカメラの主たる構成要素である。

【0017】ズームレンズ系（TL）は、第1レンズ群（Gr1）を含む複数のレンズ群から構成されており、各レンズ群の間の間隔を変化させることによって光学像の大きさを変化させることが可能である。第1レンズ群（Gr1）は正の光学的パワーを有しており、内部に物体光の光軸を略90°折り返すプリズムPRを有する。

【0018】光学ローパスフィルタ（LPF）は、撮影レ

ンズ系の空間周波数特性を調整し撮像素子で発生する色モアレを解消するための特定の遮断周波数を有している。実施形態の光学ローパスフィルタは、結晶軸を所定方向に調整された水晶等の複屈折材料や偏光面を変化させる波長板等を積層して作成された複屈折型ローパスフィルタである。なお、光学ローパスフィルタとしては、必要な光学的な遮断周波数の特性を回折効果により達成する位相型ローパスフィルタ等を採用してもよい。

【0019】撮像素子（SR）は、複数の画素を有するCCDからなり、ズームレンズ系が形成した光学像をCCDで電気信号に変換する。撮像素子（SR）で生成された信号は、必要に応じて所定のデジタル画像処理や画像圧縮処理等を施されてデジタル映像信号としてメモリー（半導体メモリー、光ディスク等）に記録されたり、場合によってはケーブルを介したり赤外線信号に変換されたりして他の機器に伝送される。なお、CCDの代わりにCMOSセンサ（Complementary Metal-oxide Semiconductor）を用いてもよい。

【0020】図1乃至図8は、本発明の第1乃至第8実施形態の撮像装置に含まれるズームレンズ系の最短焦点距離状態でのレンズ配置を示す構成図である。なお、各図においては、内部反射面を有する直角プリズムPRを平行平板やレンズ素子で表し光路を直線的に表している。

【0021】図1に示された第1の実施形態の撮像装置に含まれるズームレンズ系は、物体側から順に、変倍時に像面に対して固定され正の光学的パワーを有する第1レンズ群Gr1、最短焦点距離状態から最長焦点距離状態への変倍に際して、像面に対して物体側から像側へ移動する負の光学パワーを有する第2レンズ群Gr2、絞りST、変倍時に像面に対して固定され正の光学的パワーを有する第3レンズ群Gr3、最短焦点距離状態から最長焦点距離状態への変倍に際して、像面に対して像側から物体側へ移動する正の光学パワーを有する第4レンズ群Gr4、から構成されている。このうち、第1レンズ群Gr1は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第1レンズ素子L1、図上平行平板で表される直角プリズムPR、両凸形状の第2レンズ素子L2、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第3レンズ素子L3から構成されている。また、図18は、第1実施形態の撮像装置にかかるズームレンズ系の最短焦点距離状態での実際の配置を示すものである。図1で平行平板に相当する構成は、図18からわかるように、直角プリズムPRとなっている。

【0022】図2に示された第2の実施形態の撮像装置に含まれるズームレンズ系は、物体側から順に、変倍時に像面に対して固定され正の光学的パワーを有する第1レンズ群Gr1、最短焦点距離状態から最長焦点距離状態への変倍に際して、像面に対して物体側から像側へ移動する負の光学パワーを有する第2レンズ群Gr2、絞りST、変倍時に像面に対して固定され正の光学的パワーを有する第3レンズ群Gr3、最短焦点距離状態から最長焦点距離状

態への変倍に際して、像面に対して像側から物体側へ移動する正の光学パワーを有する第4レンズ群Gr4、から構成されている。このうち、第1レンズ群Gr1は、物体側から順に、図上物体側が緩い正のパワーを有する面であり、像側が負の光学的パワーを有する面で示されている内部に反射面を備えた直角プリズムPR、両凸形状の第1レンズ素子L1、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第2レンズ素子L2から構成されている。

【0023】図3に示された第3の実施形態の撮像装置に含まれるズームレンズ系は、物体側から順に、変倍時に像面に対して固定され正の光学的パワーを有する第1レンズ群Gr1、最短焦点距離状態から最長焦点距離状態への変倍に際して、像面に対して物体側から像側へ移動する負の光学パワーを有する第2レンズ群Gr2、絞りST、変倍時に像面に対して固定され正の光学的パワーを有する第3レンズ群Gr3、最短焦点距離状態から最長焦点距離状態への変倍に際して、像面に対して像側から物体側へ移動する正の光学パワーを有する第4レンズ群Gr4、変倍時に像面に対して固定され負の光学的パワーを有する第5レンズ群Gr5から構成されている。このうち、第1レンズ群Gr1は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第1レンズ素子L1、図上平行平板で表される直角プリズムPR、両凸形状の第2レンズ素子L2、から構成されている。また、第5レンズ群Gr5は、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状のレンズ素子L8のみから構成されている。

【0024】図4に示された第4の実施形態の撮像装置に含まれるズームレンズ系は、物体側から順に、変倍時に像面に対して固定され正の光学的パワーを有する第1レンズ群Gr1、最短焦点距離状態から最長焦点距離状態への変倍に際して、像面に対して物体側から像側へ移動する負の光学パワーを有する第2レンズ群Gr2、絞りST、変倍時に像面に対して固定され正の光学的パワーを有する第3レンズ群Gr3、最短焦点距離状態から最長焦点距離状態への変倍に際して、像面に対して像側から物体側へ移動する正の光学パワーを有する第4レンズ群Gr4、から構成されている。このうち、第1レンズ群Gr1は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第1レンズ素子L1、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第2レンズ素子L2、図上平行平板で表される直角プリズムPR、両凸形状の第3レンズ素子L3、から構成されている。

【0025】図5に示された第5の実施形態の撮像装置に含まれるズームレンズ系は、物体側から順に、変倍時に像面に対して固定され正の光学的パワーを有する第1レンズ群Gr1、最短焦点距離状態から最長焦点距離状態への変倍に際して、像面に対して物体側から像側へ移動する負の光学パワーを有する第2レンズ群Gr2、絞りST、変倍時に像面に対して固定され正の光学的パワーを有する第3レンズ群Gr3、最短焦点距離状態から最長焦点距離状

態への変倍に際して、像面に対して像側から物体側へ移動する正の光学パワーを有する第4レンズ群Gr4、から構成されている。このうち、第1レンズ群Gr1は、物体側から順に、両凹形状の第1レンズ素子L1、両凸形状の第2レンズ素子L2、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第3レンズ素子L3、図上平行平板で表される直角プリズムPR、から構成されている。

【0026】図6に示された第6の実施形態の撮像装置に含まれるズームレンズ系は、物体側から順に、変倍時に像面に対して固定され正の光学的パワーを有する第1レンズ群Gr1、最短焦点距離状態から最長焦点距離状態への変倍に際して、像面に対して物体側から像側へ移動する負の光学パワーを有する第2レンズ群Gr2、絞りST、変倍時に像面に対して固定され正の光学的パワーを有する第3レンズ群Gr3、最短焦点距離状態から最長焦点距離状態への変倍に際して、像面に対して像側から物体側へ移動する正の光学パワーを有する第4レンズ群Gr4、変倍時に像面に対して固定され正の光学的パワーを有する第5レンズ群Gr5から構成されている。このうち、第1レンズ群Gr1は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第1レンズ素子L1、図上平行平板で表される直角プリズムPR、両凸形状の第2レンズ素子L2、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第3レンズ素子L3、から構成されている。また、第5レンズ群Gr5は、物体側に凹面を向けた正メニスカス形状のレンズ素子L11のみから構成されている。

【0027】図7に示された第7の実施形態の撮像装置に含まれるズームレンズ系は、物体側から順に、変倍時に像面に対して固定され正の光学的パワーを有する第1レンズ群Gr1、最短焦点距離状態から最長焦点距離状態への変倍に際して、像面に対して物体側から像側へ移動する負の光学パワーを有する第2レンズ群Gr2、絞りST、変倍時に像面に対して固定され正の光学的パワーを有する第3レンズ群Gr3、最短焦点距離状態から最長焦点距離状態への変倍に際して、像面に対して像側から物体側へ移動する正の光学パワーを有する第4レンズ群Gr4、変倍時に像面に対して固定され正の光学的パワーを有する第5レンズ群Gr5から構成されている。このうち、第1レンズ群Gr1は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第1レンズ素子L1、図上平行平板で表される直角プリズムPR、両凸形状の第2レンズ素子L2、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第3レンズ素子L3、から構成されている。また、第5レンズ群Gr5は、物体側に凹面を向けた正メニスカス形状のレンズ素子L11のみから構成されている。

【0028】図8に示された第8の実施形態の撮像装置に含まれるズームレンズ系は、物体側から順に、変倍時に像面に対して固定され正の光学的パワーを有する第1レンズ群Gr1、最短焦点距離状態から最長焦点距離状態への変倍に際して、像面に対して物体側から像側へ移動す

る負の光学パワーを有する第2レンズ群Gr2、絞りST、変倍時に像面に対して固定され正の光学的パワーを有する第3レンズ群Gr3、最短焦点距離状態から最長焦点距離状態への変倍に際して、像面に対して像側から物体側へ移動する正の光学パワーを有する第4レンズ群Gr4、変倍時に像面に対して固定され負の光学的パワーを有する第5レンズ群Gr5から構成されている。このうち、第1レンズ群Gr1は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第1レンズ素子L1、図上平行平板で表される直角プリズムPR、両凸形状の第2レンズ素子L2、から構成されている。また、第5レンズ群Gr5は、物体側に凹面を向けた負メニスカス形状のレンズ素子L8のみから構成されている。

【0029】各実施形態のズームレンズ系は、第1群内部に物体光の光軸を略90°折曲げる反射面を持つようリズムPRを備えている。このように、物体光の光軸を略90°折曲げることにより、撮像装置の見かけ上の薄型化を達成することが可能になる。

【0030】デジタルカメラを例に考えた場合、装置中で最も大きな体積を占有するのは、ズームレンズ系を含めた撮像装置である。特に、デジタルカメラで従来のレンズシャッタータイプのフィルムカメラのように、光軸の方向を変更することなくズームレンズ系に含まれるレンズや絞り等の光学要素を直線的に配列した場合、カメラの厚み方向の大きさは、撮像装置に含まれるズームレンズ系の最も物体側の構成から撮像素子までの大きさで事実上決定される。ところが、近年の撮像素子に対する高画素化に伴い、撮像装置の収差補正レベルも飛躍的に向上している。このため、撮像装置に含まれるズームレンズ系のレンズ素子の枚数も増大する一方であり、非使用時（いわゆる沈胴状態）でもレンズ素子の厚みのため薄型を達成することが困難になっている。

【0031】これに対し、各実施形態のズームレンズ系のように反射面により物体光の光軸を略90°折曲げる構成を採用することにより、非使用時には撮像装置の厚さ方向の大きさを最も物体側のレンズから反射面までの大きさまで小さくすることが可能になるため、撮像装置の見かけ上の薄型化を達成することが可能になるのである。また、反射面により物体光の光軸を略90°折曲げる構成を採用することにより、反射面近傍では物体光の光路を重ね合わせることができ、空間を有効に使用することができ、撮像装置のさらなる小型化を達成することができる。

【0032】反射面の位置は、第1レンズ群Gr1内部であることが望ましい。最も物体側に配置された第1レンズ群Gr1内部に配置することにより、撮像装置の厚さ方向の大きさを最小にすることが可能になる。

【0033】反射面は、(a)内部反射プリズム、(b)表面反射プリズム、(c)内部反射平板ミラー、(d)表面反射ミラー、のいずれを採用してもよいが、(a)内部反射プリ

ズムが最適である。内部反射プリズムを採用することにより、物体光がプリズムの媒質中を通過することになるため、プリズムを透過する際の面間隔は、媒質の屈折率に応じて通常の空気間隔よりも物理的な間隔よりも短い換算面間隔になる。このため、反射面の構成として内部反射プリズムを採用した場合、光学的に等価な構成を、よりコンパクトなスペースで達成することができ望ましい。

【0034】反射面を内部反射プリズムで構成する場合、プリズムの材質は、以下の条件を満足することが望ましい。

【0035】 $N_p \geq 1.80$ （但し、 N_p はプリズムのd線に対する屈折率）

プリズムの屈折率が上記の範囲を下まわると、コンパクト化への寄与が小さくなり好ましくない。また、上記範囲を下まわると、特に最短焦点距離状態での主光線が直角プリズムPR内での傾角が小さくなるため、全反射条件に近づき光量損失が小さくなり好ましい。

【0036】さらに、上記範囲に加えて以下の範囲にあることが好ましい。

【0037】 $N_p \geq 1.84$

また、反射面は、完全な全反射面でなくてもよい。反射面のうち一部分の反射率を適宜調整して一部の物体光を分岐するようにし、測光や測距用のセンサに入射させてもよい。さらに、反射面全面の反射率を適宜調整してファインダ光を分岐させてもよい。さらに、各実施形態では、プリズムの入射面と出射面はいずれも平面であるが、光学的パワーを持つ面であってもよい。

【0038】反射面より、物体側は2枚以下、特に1枚以下のレンズ素子で構成されていることが望ましい。第1群内部に物体光の光軸を略90°折り曲げる反射面を持つようプリズムPRを有する構造では、最も物体側に配置されたレンズの物体側面から反射面までの間隔で、光学系の実質的な厚みが決定されてしまうので、反射面より物体側の構成を、2枚以下特に1枚で構成することにより、薄型の光学系を得ることが可能になる。

【0039】さらに、第1レンズ群Gr1は、変倍時に像面に対して固定であることが望ましい。第1レンズ群には反射面が含まれているため、移動させると大きなスペースを必要とするとともに、特に、反射面をプリズムで構成している場合、重量の大きなプリズムを移動させなければならず、駆動機構に大きな負担を強いることになり好ましくない。また、第1レンズ群を変倍時に像面に対して固定にすることにより、全長変化しない光学系を得ることができ好ましい。

【0040】また、第3レンズ群Gr3は、単一のレンズ素子あるいは正レンズ素子と負レンズ素子とを接合してなる単一の接合レンズ素子のいずれかのみで構成されている。このように、第3レンズ群を簡素化することにより、コストダウンとコンパクト化が可能となる。

【0041】また、第3、6、7、8実施形態のように第5レンズ群Gr5は、像面に対し固定されていることが望ましい。第5レンズ群Gr5を固定することにより鏡胴構成を簡単にすることができるとともに、撮像素子と一体的に組み立てることが可能となり、部品点数の削減ができ好ましい。

【0042】また、第3、8実施形態のように第5レンズ群Gr5が負の光学的パワーを有する場合、第3レンズ群、第4レンズ群により強いパワーのレンズ素子を用いることが可能となるため、光学系の全長を短くすることができ好ましい。

【0043】また、第6、7実施形態のように第5レンズ群Gr5が正のパワーを有する場合、ズームレンズ系の射出瞳位置を像面から遠ざけることができ、撮像素子に入射する主光線が互いに平行に近い構成になり望ましい。このように構成することにより、撮像素子での周辺照度を確保し、良好な画像を得ることが可能となる。

【0044】各実施形態を構成している各レンズ群は、入射光線を屈折により偏向させる屈折型レンズ（つまり、異なる屈折率を有する媒質同士の界面で偏向が行われるタイプのレンズ）のみで構成されているが、これに限られない。例えば、回折により入射光線を偏向させる回折型レンズ、回折作用と屈折作用との組合わせにより入射光線を偏向させる屈折・回折ハイブリッド型レンズ、入射光線を媒質内の屈折率分布により偏向させる屈折率分布レンズ等で、各レンズ群を構成してもよい。

【0045】

【実施例】以下、本発明を実施した撮像装置に含まれるズームレンズ系の構成等を、コンストラクションデータ、収差図等を挙げて、更に具体的に説明する。ここで実施例として説明する実施例1乃至8は、前述した第1乃至第8の実施形態にそれぞれ対応しており第1乃至第8の実施形態を表すレンズ構成図（図1乃至8）は、対応する実施例1乃至8のレンズ構成をそれぞれ示している。

【0046】各実施例のコンストラクションデータにおいて、 r_i ($i = 1, 2, 3, \dots$)は物体側から数えてi番目の面の曲率半径(mm)、 d_i ($i = 1, 2, 3, \dots$)は物体側から数えてi番目の軸上面間隔(mm)を示しており、 N_i ($i = 1, 2, 3, \dots$)、 v_i ($i = 1, 2, 3, \dots$)は物体側から数えてi番目の光学要素のd線に対する屈折率 (N_d)、アッペ数 (v_d)を示している。また、コンストラクションデータ中、ズーミングにおいて変化する軸上面間隔は、最短焦点距離状態（広角端、W）～中間焦点距離状態（ミドル、M）～最長焦点距離状態（望遠端、T）での可変間隔の値を示す。各焦点距離状態（W）、（M）、（T）に対応する全系の焦点距離（f, mm）及びFナンバー（FNO）を他のデータと併せて示す。

【0047】曲率半径 r_i に*が付された面は、非球面で構成された面であることを示し、非球面の面形状を表す以下の式（AS）で定義されるものとする。各実施例の非

球面データを他のデータと併せて示す。

<実施例 1>

$f = 5.6 - 13.5 - 32.6 \text{ mm}$
 $F_{no.} = 2.89 - 3.38 - 3.60$
 [曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率(Nd)] [アッベ数]
 $r1 = 42.976$
 $d1 = 0.800$ $N1 = 1.84666$ $\nu 1 = 23.82$
 $r2 = 22.430$
 $d2 = 4.593$
 $r3 = \infty$
 $d3 = 17.600$ $N2 = 1.84666$ $\nu 2 = 23.82$
 $r4 = \infty$
 $d4 = 0.100$
 $r5 = 38.720$
 $d5 = 4.273$ $N3 = 1.49310$ $\nu 3 = 83.58$
 $r6 = -39.273$
 $d6 = 0.100$
 $r7 = 19.687$
 $d7 = 3.169$ $N4 = 1.48749$ $\nu 4 = 70.44$
 $r8 = 97.433$
 $d8 = 0.700 - 8.404 - 14.933$
 $r9 = -401.970$
 $d9 = 0.800$ $N5 = 1.80500$ $\nu 5 = 40.97$
 $r10 = 11.754$
 $d10 = 2.415$
 $r11^* = -10.345$
 $d11 = 0.800$ $N6 = 1.75450$ $\nu 6 = 51.57$
 $r12 = 8.268$
 $d12 = 2.183$ $N7 = 1.84666$ $\nu 7 = 23.82$
 $r13^* = -128.925$
 $d13 = 14.733 - 7.029 - 0.500$
 $r14 = \infty$
 $d14 = 1.000$
 $r15 = 11.027$
 $d15 = 2.764$ $N8 = 1.58144$ $\nu 8 = 40.89$
 $r16 = -9.008$
 $d16 = 0.800$ $N9 = 1.84666$ $\nu 8 = 23.82$
 $r17 = -39.341$
 $d17 = 5.038 - 1.984 - 0.800$
 $r18 = 5.711$
 $d18 = 4.656$ $N10 = 1.51823$ $\nu 8 = 58.9$
 $r19 = -25.611$
 $d19 = 1.370$
 $r20^* = -9.984$
 $d20 = 1.000$ $N11 = 1.84666$ $\nu 11 = 23.82$
 $r21^* = 52.924$
 $d21 = 1.000 - 4.054 - 5.238$
 $r22 = \infty$
 $d22 = 1.000$ $N12 = 1.84666$ $\nu 12 = 64.20$
 $r23 = \infty$

[非球面データ]

第11面(r11*)

$$\varepsilon = 0.10000000E+01$$

$$A4 = 0.31266911E-03$$

$$A6 = -0.85896693E-05$$

$$A8 = 0.43976710E-06$$

$$A10 = -0.11105729E-07$$

第13面(r13*)

$$\varepsilon = 0.10000000E+01$$

$$A4 = 0.22986931E-03$$

$$A6 = -0.74720324E-05$$

$$A8 = 0.42427446E-06$$

$$A10 = -0.11260356E-07$$

第20面(r20*)

$$\varepsilon = 0.10000000E+01$$

$$A4 = -0.10354297E-02$$

$$A6 = 0.65329318E-04$$

$$A8 = -0.26241772E-05$$

$$A10 = -0.87823013E-08$$

第21面(r21*)

$$\varepsilon = 0.10000000E+01$$

$$A4 = 0.68501565E-03$$

$$A6 = 0.10044586E-03$$

$$A8 = -0.33745791E-06$$

<実施例2>

$$f = 5.8 - 13.9 - 33.7 \text{ mm}$$

$$Fno. = 2.81 - 3.19 - 3.60$$

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率(Nd)] [アッベ数]

$$r1 = 716.497$$

$$d1 = 21.000 \quad N1 = 1.84666 \quad \nu 1 = 23.82$$

$$r2 = 33.821$$

$$d2 = 0.185$$

$$r3 = 37.734$$

$$d3 = 3.262 \quad N2 = 1.77250 \quad \nu 2 = 49.77$$

$$r4 = -109.452$$

$$d4 = 0.100$$

$$r5 = 21.129$$

$$d5 = 2.774 \quad N3 = 1.75450 \quad \nu 3 = 51.57$$

$$r6 = 66.295$$

$$d6 = 0.700 - 9.397 - 15.923$$

$$r7 = 143.139$$

$$d7 = 0.800 \quad N4 = 1.80420 \quad \nu 4 = 46.50$$

$$r8 = 7.776$$

$$d8 = 2.935$$

$$r9^* = -18.458$$

$$d9 = 0.800 \quad N5 = 1.63854 \quad \nu 5 = 55.62$$

$$r10 = 8.088$$

$d_{10} = 2.231$ $N_6 = 1.84666$ $\nu_6 = 23.82$
 $r_{11}^* = 55.412$
 $d_{11} = 15.723 - 7.026 - 0.500$
 $r_{12} = 60.000$
 $d_{12} = 1.000$
 $r_{13} = 9.901$
 $d_{13} = 2.672$ $N_7 = 1.54072$ $\nu_7 = 47.20$
 $r_{14} = -9.925$
 $d_{14} = 0.800$ $N_8 = 1.84666$ $\nu_8 = 23.82$
 $r_{15} = -52.313$
 $d_{15} = 5.646 - 3.013 - 0.800$
 $r_{16} = 6.357$
 $d_{16} = 5.102$ $N_9 = 1.61950$ $\nu_9 = 43.14$
 $r_{17} = -14.918$
 $d_{17} = 0.450$
 $r_{18}^* = -12.096$
 $d_{18} = 1.036$ $N_{10} = 1.84666$ $\nu_{10} = 23.82$
 $r_{19}^* = 23.070$
 $d_{19} = 1.000 - 3.633 - 5.846$
 $r_{20} = \infty$
 $d_{20} = 1.000$ $N_{11} = 1.84666$ $\nu_{11} = 64.20$
 $r_{21} = \infty$

[非球面データ]

第9面(r_9^*)

$\varepsilon = 0.10000000E+01$
 $A_4 = 0.15268782E-03$
 $A_6 = -0.12366121E-04$
 $A_8 = 0.62823082E-06$
 $A_{10} = -0.11161301E-07$

第11面(r_{11}^*)

$\varepsilon = 0.10000000E+01$
 $A_4 = 0.11706904E-03$
 $A_6 = -0.10151697E-04$
 $A_8 = 0.61869296E-06$
 $A_{10} = -0.12548399E-07$

第18面(r_{18}^*)

$\varepsilon = 0.10000000E+01$
 $A_4 = 0.54152316E-04$
 $A_6 = -0.86108541E-05$
 $A_8 = -0.88047820E-07$
 $A_{10} = -0.10302489E-07$

第19面(r_{19}^*)

$\varepsilon = 0.10000000E+01$
 $A_4 = 0.00000000D+00$
 $A_6 = 0.15570223E-02$
 $A_8 = 0.33082649E-04$
 $A_{10} = 0.68998759E-06$

<実施例3>

f = 5.9 - 10.5 - 16.8 mm

Fno.= 2.94 - 3.25 - 3.80

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率(Nd)] [アッベ数]

r1 =27.903

d1 = 0.800 N1 = 1.84666 ν 1 = 23.82

r2 = 9.684

d2 = 2.530

r3 = ∞ d3 =10.320 N2 = 1.84666 ν 2 = 23.82r4 = ∞

d4 = 0.320

r4 = 24.919

d5 = 2.580 N3= 1.78831 ν 3 = 47.32

r6 =-21.283

d6 = 0.403 - 6.678 - 10.403

r7*= -18.148

d7 = 1.500 N4 = 1.52200 ν 4 = 52.20

r8*= 5.672

d8 = 1.020

r9 = 6.827

d9 = 1.510 N5 = 1.84666 ν 5 = 23.82

r10 = 9.258

d10= 11.972 - 5.697 - 1.972

r11= ∞

d11=0.800

r12= 29.053

d12= 1.130 N6 = 1.80420 ν 6 = 46.50

r13=-1806.489

d13= 5.421 - 3.071 - 0.300

r14= 7.503

d14= 7.400 N7 = 1.71300 ν 7 = 53.93

r15=-9.631

d15= 1.200 N8 = 1.84506 ν 8 = 23.66

r16*= 8.937

d16= 1.469 - 3.546 - 7.567

r17*=8.000

d17= 2.660 N9 = 1.52200 ν 9 = 52.20

r18*=-95.401

d18= 2.173 - 2.346 - 1.095

r19= ∞ d19= 1.462 N10 = 1.51680 ν 10= 64.20r20= ∞

d20= 0.700

r21= ∞ d21= 0.750 N11= 1.51680 ν 11= 64.20r22= ∞

[非球面データ]

第7面(r7*)

$$\varepsilon = 0.10000000E+01$$

$$A4 = 0.11276E-03$$

$$A6 = 0.79631E-05$$

$$A8 = -0.91259E-06$$

$$A10 = 0.26091E-07$$

第8面(r8*)

$$\varepsilon = 0.10000000E+01$$

$$A4 = -0.24079E-03$$

$$A6 = 0.53357E-04$$

$$A8 = -0.69309E-05$$

$$A10 = 0.25294E-06$$

第16面(r16*)

$$\varepsilon = 0.10000000E+01$$

$$A4 = 0.86483E-03$$

$$A6 = 0.41209E-04$$

$$A8 = -0.10049E-05$$

$$A10 = 0.15150E-06$$

第17面(r17*)

$$\varepsilon = 0.10000000E+01$$

$$A4 = -0.18951E-03$$

$$A6 = -0.10984E-04$$

$$A8 = 0.36113E-06$$

$$A10 = -0.55555E-07$$

第18面(r18*)

$$\varepsilon = 0.10000000E+01$$

$$A4 = 0.40715E-04$$

$$A6 = -0.10984E-04$$

$$A8 = -0.55676E-06$$

$$A10 = -0.19985E-07$$

<実施例4>

$$f = 5.9 - 10.5 - 16.8 \text{ mm}$$

$$Fno. = 2.94 - 3.25 - 3.80$$

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率(Nd)] [アッペ数]

$$r1 = 56.983$$

$$d1 = 0.800$$

$$N1 = 1.84666$$

$$\nu 1 = 23.82$$

$$r2 = 24.330$$

$$d2 = 1.181$$

$$r3 = 34.363$$

$$d3 = 3.868$$

$$N2 = 1.49310$$

$$\nu 2 = 83.58$$

$$r4 = \infty$$

$$d4 = 0.100$$

$$r5 = \infty$$

$$d5 = 17.000$$

$$N3 = 1.84666$$

$$\nu 3 = 23.82$$

$$r6 = \infty$$

$$d6 = 0.100$$

$r7 = 28.250$
 $d7 = 3.225 \quad N4 = 1.75450 \quad \nu 4 = 51.57$
 $r8 = -135.150$
 $d8 = 0.700 - 9.974 - 16.971$
 $r9 = -46.312$
 $d9 = 0.800 \quad N5 = 1.80420 \quad \nu 5 = 46.50$
 $r10 = 8.785$
 $d10 = 2.160$
 $r11^* = -147.496$
 $d11 = 0.800 \quad N6 = 1.51680 \quad \nu 6 = 64.20$
 $r12 = 7.340$
 $d12 = 2.143 \quad N7 = 1.84666 \quad \nu 7 = 23.82$
 $r13^* = 18.836$
 $d13 = 16.771 - 7.497 - 0.500$
 $r14 = \infty$
 $d14 = 1.000$
 $r15 = 10.812$
 $d15 = 2.709 \quad N8 = 1.61293 \quad \nu 3 = 36.9$
 $r16 = -10.616$
 $d16 = 0.800 \quad N9 = 1.84666 \quad \nu 9 = 23.82$
 $r17 = -269.376$
 $d17 = 6.250 - 3.372 - 0.800$
 $r18 = 6.353$
 $d18 = 5.087 \quad N10 = 1.63854 \quad \nu 10 = 55.62$
 $r19 = -21.777$
 $d19 = 0.483$
 $r20^* = -17.136$
 $d20 = 1.000 \quad N11 = 1.84666 \quad \nu 11 = 23.82$
 $r21^* = 15.016$
 $d21 = 1.000 - 3.879 - 6.450$
 $r22 = \infty$
 $d22 = 3.000 \quad N11 = 1.51680 \quad \nu 11 = 64.20$
 $r23 = \infty$

[非球面データ]

第11面($r11^*$)

$\varepsilon = 0.10000000E+01$

$A4 = 0.15467876E-03$

$A6 = -0.18231565E-05$

$A8 = 0.15399303E-06$

$A10 = -0.11135388E-08$

第13面($r13^*$)

$\varepsilon = 0.10000000E+01$

$A4 = 0.95101733E-04$

$A6 = -0.28907301E-05$

$A8 = 0.22481283E-06$

$A10 = -0.34154234E-08$

第20面($r20^*$)

$\varepsilon = 0.10000000E+01$
 $A4 = -0.11037138E-03$
 $A6 = 0.13467767E-04$
 $A8 = -0.22959919E-05$
 $A10 = 0.68751217E-07$

第21面(r21*)

$\varepsilon = 0.10000000E+01$
 $A4 = 0.15154977E-02$
 $A6 = 0.51077336E-04$
 $A8 = 0.39903997E-06$

<実施例5>

$f = 5.8 - 13.9 - 33.7 \text{ mm}$

$Fno. = 2.88 - 3.22 - 3.60$

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率(Nd)] [アッベ数]

$r1 = -278.560$	$d1 = 0.800$	$N1 = 1.84708$	$\nu 1 = 25.09$
$r2 = 36.840$	$d2 = 2.541$		
$r3 = 89.393$	$d3 = 4.339$	$N2 = 1.83254$	$\nu 2 = 41.58$
$r4 = -108.748$	$d4 = 4.339$		
$r5 = 29.005$	$d5 = 5.289$	$N3 = 1.80285$	$\nu 3 = 44.67$
$r6 = 2272727.250$	$d6 = 0.100$		
$r7 = \infty$	$d7 = 17.000$	$N4 = 1.84666$	$\nu 4 = 23.82$
$r8 = \infty$	$d8 = 0.700 - 11.189 - 18.842$		
$r9 = -73.702$	$d9 = 0.800$	$N5 = 1.83668$	$\nu 5 = 41.20$
$r10 = 6.018$	$d10 = 2.768$		
$r11* = -29.063$	$d11 = 0.800$	$N6 = 1.84997$	$\nu 6 = 39.77$
$r12 = 13.374$	$d12 = 2.418$	$N7 = 1.84666$	$\nu 7 = 23.82$
$r13* = -19.820$	$d13 = 18.642 - 8.153 - 0.500$		
$r14 = \infty$	$d14 = 1.000$		
$r15 = 9.513$	$d15 = 2.800$	$N8 = 1.59364$	$\nu 8 = 35.72$
$r16 = -10.093$	$d16 = 0.800$	$N9 = 1.84666$	$\nu 9 = 23.82$
$r17 = -224.334$	$d17 = 5.549 - 3.011 - 0.800$		

$r18 = 5.738$
 $d18 = 5.007$ $N10 = 1.51291$ $\nu 10 = 67.0$
 $r19 = -11.243$
 $d19 = 0.632$
 $r20^* = -8.322$
 $d20 = 1.000$ $N11 = 1.84666$ $\nu 11 = 23.82$
 $r21^* = 66.762$
 $d21 = 1.000 - 3.538 - 5.751$
 $r22 = \infty$
 $d22 = 3.000$ $N11 = 1.51680$ $\nu 11 = 64.20$
 $r23 = \infty$

[非球面データ]

第11面($r11^*$)

$\varepsilon = 0.10000000E+01$
 $A4 = 0.59343939E-03$
 $A6 = -0.36841550E-04$
 $A8 = 0.21291323E-05$
 $A10 = -0.35406742E-07$

第13面($r13^*$)

$\varepsilon = 0.10000000E+01$
 $A4 = 0.15935681E-03$
 $A6 = -0.28776911E-04$
 $A8 = 0.14421575E-05$
 $A10 = -0.29367485E-07$

第20面($r20^*$)

$\varepsilon = 0.10000000E+01$
 $A4 = -0.55689700E-03$
 $A6 = -0.32361993E-04$
 $A8 = 0.64969499E-05$
 $A10 = -0.27246132E-06$

第21面($r21^*$)

$\varepsilon = 0.10000000E+01$
 $A4 = 0.89605698E-03$
 $A6 = 0.18183227E-04$
 $A8 = 0.27521909E-05$

<実施例6>

$f = 5.5 - 13.2 - 32.0 \text{ mm}$

$Fno. = 2.85 - 3.31 - 3.60$

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率(N_d)] [アッベ数]

$r1 = 43.319$
 $d1 = 0.800$ $N1 = 1.84666$ $\nu 1 = 23.82$
 $r2 = 23.128$
 $d2 = 4.294$
 $r3 = \infty$
 $d3 = 17.600$ $N2 = 1.84666$ $\nu 2 = 23.82$
 $r4 = \infty$

$d4 = 0.100$
 $r5 = 37.893$
 $d5 = 3.745 \quad N3 = 1.49310 \quad \nu 3 = 83.58$
 $r6 = -41.533$
 $d6 = 0.100$
 $r7 = 19.704$
 $d7 = 2.738 \quad N4 = 1.48749 \quad \nu 4 = 70.4$
 $r8 = 85.324$
 $d8 = 0.700 - 8.710 - 15.300$
 $r9 = -826.603$
 $d9 = 0.800 \quad N5 = 1.80500 \quad \nu 5 = 40.9$
 $r10 = 10.800$
 $d10 = 2.443$
 $r11^* = -10.025$
 $d11 = 0.800$
 $r12 = 9.214$
 $d12 = 2.120 \quad N6 = 1.84666 \quad \nu 6 = 23.82$
 $r13^* = -54.816$
 $d13 = 15.101 - 7.090 - 0.500$
 $r14 = \infty$
 $d14 = 1.000$
 $r15 = 11.377$
 $d15 = 2.747 \quad N7 = 1.58144 \quad \nu 7 = 40.8$
 $r16 = -9.522$
 $d16 = 0.800 \quad N8 = 1.84666 \quad \nu 8 = 23.82$
 $r17 = -42.037$
 $d17 = 5.373 - 2.360 - 0.800$
 $r18 = 5.659$
 $d18 = 4.776 \quad N9 = 1.51823 \quad \nu 9 = 58.9$
 $r19 = -22.288$
 $d19 = 1.212$
 $r20^* = -9.893$
 $d20 = 1.000 \quad N11 = 1.84666 \quad \nu 11 = 23.82$
 $r21^* = 49.542$
 $d21 = 1.000 - 4.013 - 5.571$
 $r22^* = -12.004$
 $d22 = 1.063 \quad N12 = 1.52510 \quad \nu 12 = 56.3$
 $r23 = -11.009$
 $d23 = 1.000$
 $r24 = \infty$
 $d24 = 3.000 \quad N13 = 1.51680 \quad \nu 13 = 64.20$

$r25 = \infty$

[非球面データ]

第11面($r11^*$)

$\epsilon = 0.10000000E+01$

$A4 = 0.34053110E-03$

$A6 = -0.10368222E-04$

$A8 = 0.54287260E-06$

$A10 = -0.13043473E-07$

第13面(r13*)

$\varepsilon = 0.10000000E+01$
 $A4 = 0.23153194E-03$
 $A6 = -0.85426285E-05$
 $A8 = 0.48803019E-06$
 $A10 = -0.12352988E-07$

第20面(r20*)

$\varepsilon = 0.10000000E+01$
 $A4 = -0.10412611E-02$
 $A6 = 0.71188154E-04$
 $A8 = -0.24406423E-05$
 $A10 = -0.35738197E-07$

第21面(r21*)

$\varepsilon = 0.10000000E+01$
 $A4 = 0.60473152E-03$
 $A6 = 0.10690945E-03$
 $A8 = -0.26833622E-06$

第22面(r22*)

$\varepsilon = 0.10000000E+01$
 $A4 = -0.21940434E-03$
 $A6 = 0.14522752E-04$
 $A8 = -0.10672771E-05$

<実施例7>

$f = 5.6 - 13.5 - 32.6 \text{ mm}$

$Fno. = 2.90 - 3.35 - 3.60$

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率(Nd)] [アッベ数]

$r1 = 41.041$

$d1 = 0.800$ $N1 = 1.84666$ $\nu 1 = 23.82$

$r2 = 22.479$

$d2 = 4.529$

$r3 = \infty$

$d3 = 17.600$ $N2 = 1.84666$ $\nu 2 = 23.82$

$r4 = \infty$

$d4 = 0.100$

$r5 = 37.644$

$d5 = 3.855$ $N3 = 1.49310$ $\nu 3 = 83.5$

$r6 = -39.341$

$d6 = 0.100$

$r7 = 19.775$

$d7 = 2.713$ $N4 = 1.48749$ $\nu 4 = 70.4$

$r8 = 74.324$

$d8 = 0.700 - 8.730 - 15.388$

$r9 = 645.820$

$d9 = 0.800$ $N5 = 1.80500$ $\nu 5 = 40.9$

$r10 = 11.296$

$d10 = 2.483$

$r_{11}^* = -10.000$
 $d_{11} = 0.800 \quad N_6 = 1.75450 \quad \nu_6 = 51.5$
 $r_{12} = 8.828$
 $d_{12} = 2.156 \quad N_7 = 1.84666 \quad \nu_7 = 23.82$
 $r_{13}^* = -77.640$
 $d_{13} = 15.188 - 7.158 - 0.500$
 $r_{14} = \infty$
 $d_{14} = 1.000$
 $r_{15} = 11.207$
 $d_{15} = 2.728 \quad N_8 = 1.58144 \quad \nu_8 = 40.8$
 $r_{16} = -9.591$
 $d_{16} = 0.800 \quad N_9 = 1.84666 \quad \nu_9 = 23.82$
 $r_{17} = -45.106$
 $d_{17} = 4.948 - 2.087 - 0.800$
 $r_{18} = 5.653$
 $d_{18} = 4.666 \quad N_{10} = 1.51823 \quad \nu_{10} = 58.9$
 $r_{19} = -24.087$
 $d_{19} = 1.205$
 $r_{20}^* = -11.415$
 $d_{20} = 1.000 \quad N_{11} = 1.84666 \quad \nu_{11} = 23.82$
 $r_{21}^* = 37.573$
 $d_{21} = 1.000 - 3.860 - 5.148$
 $r_{22} = -18.126$
 $d_{22} = 1.000 \quad N_{12} = 1.48749 \quad \nu_{12} = 70.4$
 $r_{23} = -20.000$
 $d_{23} = 1.000$
 $r_{24} = \infty$
 $d_{24} = 3.000 \quad N_{13} = 1.51680 \quad \nu_{13} = 64.20$

$r_{25} = \infty$

[非球面データ]

第11面(r_{11}^*)

$\varepsilon = 0.10000000E+01$

$A_4 = 0.32308611E-03$

$A_6 = -0.10360500E-04$

$A_8 = 0.50523682E-06$

$A_{10} = -0.11357030E-07$

第13面(r_{13}^*)

$\varepsilon = 0.10000000E+01$

$A_4 = 0.23150013E-03$

$A_6 = -0.88946474E-05$

$A_8 = 0.48867355E-06$

$A_{10} = -0.11733913E-07$

第20面(r_{20}^*)

$\varepsilon = 0.10000000E+01$

$A_4 = -0.10917547E-02$

$A_6 = 0.61809173E-04$

$A_8 = -0.28913073E-05$

$A_{10} = 0.15368950E-07$

第21面(r21*)

$\varepsilon = 0.10000000E+01$

$A4 = 0.67041309E-03$

$A6 = 0.96974698E-04$

$A8 = 0.13977862E-06$

<実施例8>

$f = 5.2 - 9.1 - 15.0 \text{ mm}$

$Fno. = 2.57 - 3.01 - 4.10$

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率(Nd)] [アッベ数]

$r1^* = 722.382$

$d1 = 1.000$ $N1 = 1.58340$ $\nu 1 = 30.23$

$r2 = 11.001$

$d2 = 3.538$

$r3 = \infty$

$d3 = 12.400$ $N2 = 1.84666$ $\nu 2 = 23.82$

$r4 = \infty$

$d4 = 0.200$

$r5 = 23.403$

$d5 = 2.503$ $N3 = 1.71300$ $\nu 3 = 53.93$

$r6 = -26.818$

$d6 = 1.500 - 6.970 - 7.511$

$r7^* = -41.180$

$d7 = 1.000$ $N4 = 1.52510$ $\nu 4 = 56.38$

$r8^* = 5.300$

$d8 = 1.323$

$r9 = 7.942$

$d9 = 1.659$ $N5 = 1.79850$ $\nu 5 = 22.60$

$r10 = 12.769$

$d10 = 14.404 - 6.289 - 1.000$

$r11 = \infty$

$d11 = 0.600$

$r12 = 6.162$

$d12 = 5.467$ $N6 = 1.75450$ $\nu 6 = 51.57$

$r13 = -9.956$

$d13 = 1.000$ $N7 = 1.85666$ $\nu 7 = 23.82$

$r14^* = 13.203$

$d14 = 1.843 - 4.878 - 11.105$

$r15^* = 88.174$

$d15 = 3.529$ $N8 = 1.52510$ $\nu 8 = 56.38$

$r16 = -7.910$

$d16 = 2.388 - 1.996 - 0.519$

$r17 = -16.793$

$d17 = 0.800$ $N9 = 1.52510$ $\nu 9 = 56.38$

$r18 = 399.321$

$d18 = 0.376$

$r19 = \infty$

$d19 = 2.000$ $N13 = 1.51680$ $\nu 13 = 64.20$

$r20 = \infty$

[非球面データ]

第1面(r1*)

$$\varepsilon = 0.10000000E+01$$

$$A4 = 0.90132905E-05$$

$$A6 = 0.87911559E-08$$

$$A8 = -0.26009970E-09$$

第7面(r7*)

$$\varepsilon = 0.10000000E+01$$

$$A4 = -0.45806830E-03$$

$$A6 = 0.26599527E-04$$

$$A8 = -0.77735298E-06$$

$$A10 = 0.93420183E-08$$

第8面(r8*)

$$\varepsilon = 0.10000000E+01$$

$$A4 = -0.93002236E-03$$

$$A6 = 0.97133900E-05$$

$$A8 = -0.29442010E-06$$

$$A10 = -0.34026342E-07$$

第15面(r15*)

$$\varepsilon = 0.10000000E+01$$

$$A4 = 0.14135352E-02$$

$$A6 = 0.62713097E-04$$

$$A8 = 0.24284160E-05$$

$$A10 = 0.16450715E-06$$

第16面(r16*)

$$\varepsilon = 0.10000000E+01$$

$$A4 = -0.89999894E-03$$

$$A6 = 0.15222453E-04$$

$$A8 = -0.11214913E-05$$

$$A10 = 0.28422427E-07$$

図9乃至図16は実施例1～実施例8の収差図であり、各実施例のズームレンズ系の無限遠合焦状態での収差を表している。図9乃至図16中、(W)は最短焦点距離状態、

(M)は中間焦点距離状態、(T)は最長焦点距離状態における諸収差{左から順に、球面収差等、非点収差、歪曲収差、Y'(mm)は撮像素子上での最大像高(光軸からの距離に相当)}を示している。球面収差図において、実線(d)はd線に対する球面収差、一点鎖線(g)はg線に対する球面収差、二点鎖線(c)はc線に対する球面収差、破線(SC)は正弦条件を表している。非点収差図において、破線(DM)はメリディオナル面での非点収差、実線(DS)はサジタル面での非点収差を表している。また、歪曲収差図において、実線はd線に対する歪曲%を表している。

【0048】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の撮像装置

によれば、高性能で高倍率ズームレンズ系を備えながら、コンパクトな、撮像装置を提供することができる。そして、本発明の撮像装置をデジタルカメラの撮像光学系に適用した場合、デジタルカメラの小型化に顕著に寄与させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施形態(実施例1)のレンズ構成図。

【図2】第2の実施形態(実施例2)のレンズ構成図。

【図3】第3の実施形態(実施例3)のレンズ構成図。

【図4】第4の実施形態(実施例4)のレンズ構成図。

【図5】第5の実施形態(実施例5)のレンズ構成図。

【図6】第6の実施形態(実施例6)のレンズ構成図。

【図7】第7の実施形態(実施例7)のレンズ構成図。

【図8】第8の実施形態(実施例8)のレンズ構成図。

【図9】実施例1の無限遠合焦状態での収差図。

【図10】実施例2の無限遠合焦状態での収差図。

【図11】実施例3の無限遠合焦状態での収差図。

【図12】実施例4の無限遠合焦状態での収差図。

【図13】実施例5の無限遠合焦状態での収差図。

【図14】実施例6の無限遠合焦状態での収差図。

【図15】実施例7の無限遠合焦状態での収差図。

【図16】実施例8の無限遠合焦状態での収差図。

【図17】本発明の概略を示す構成図。

【図18】本発明の第1実施形態のズームレンズ系の最短焦点距離での使用状態を示す構成図。

【符号の説明】

LPF：光学的ローパスフィルタに相当する構成

SR：撮像素子

TL：ズームレンズ系

Gr1：第1レンズ群

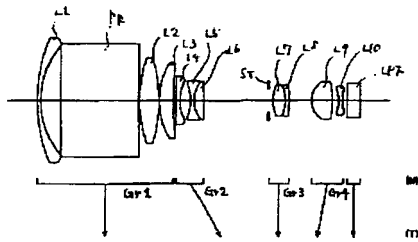
Gr2：第2レンズ群

RS：反射面

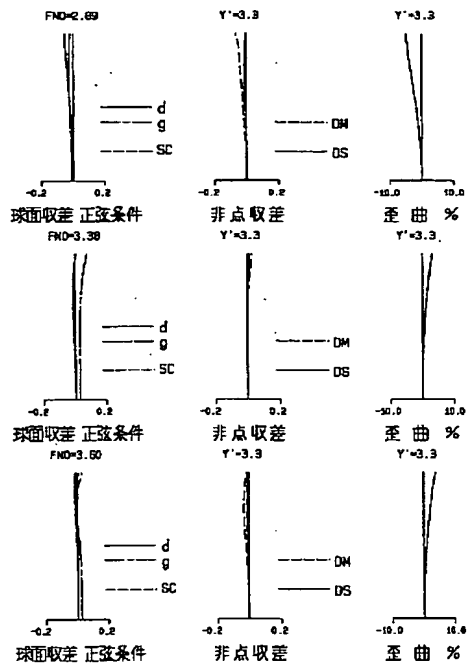
PR：内面反射プリズム

ST：絞り

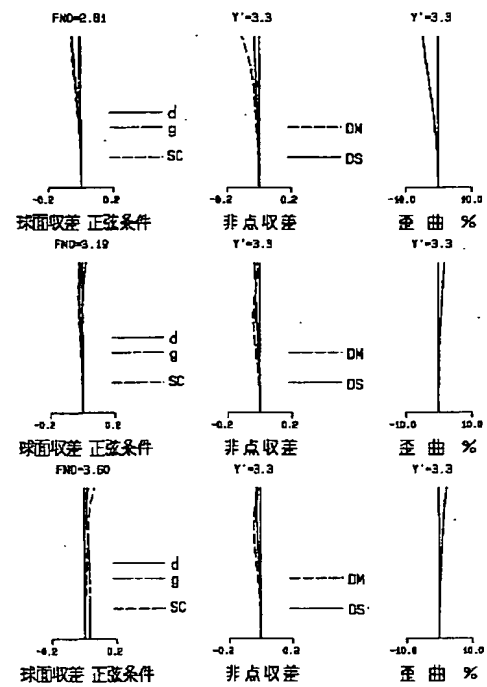
【図1】



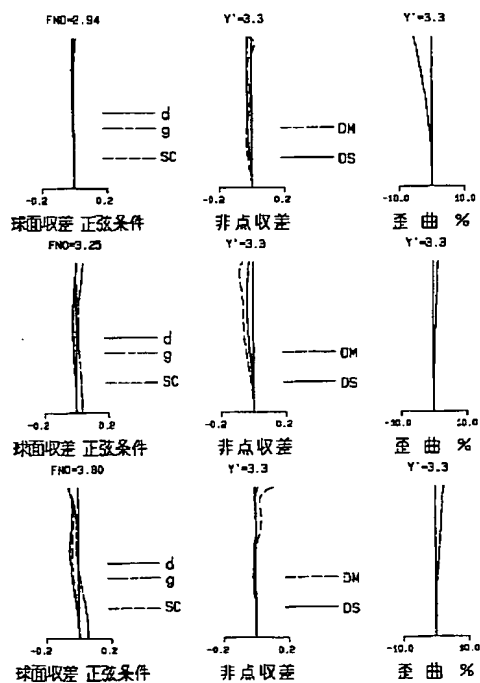
【図 9】



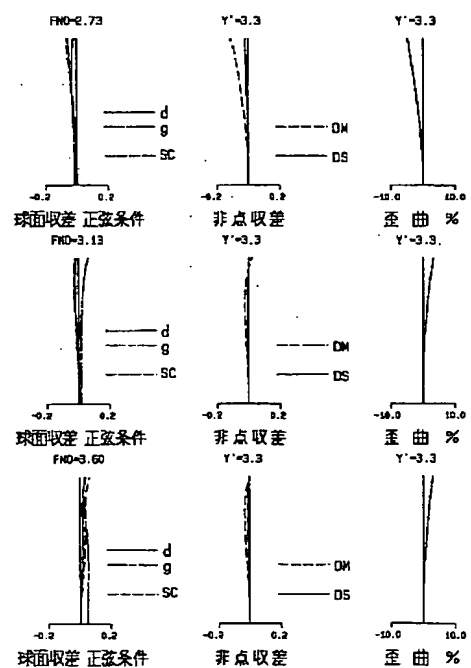
【図 10】



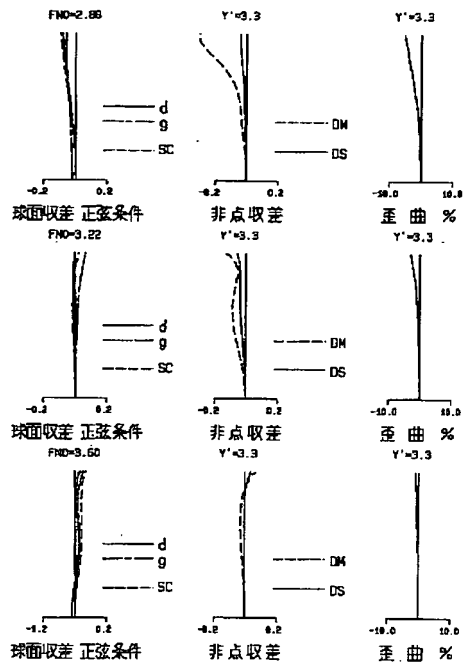
【図 11】



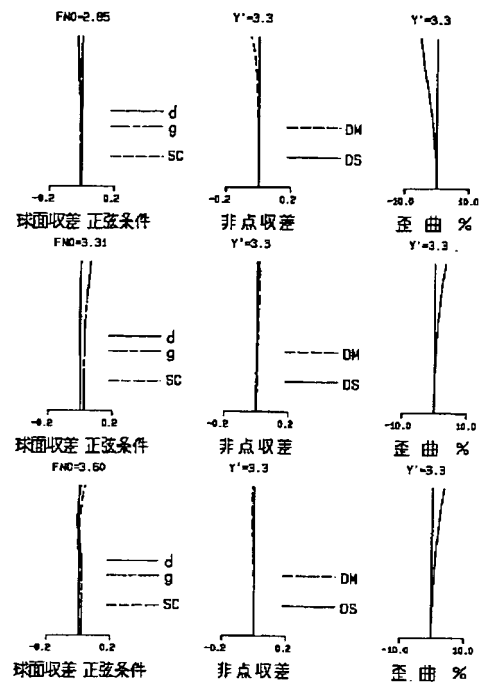
【図 12】



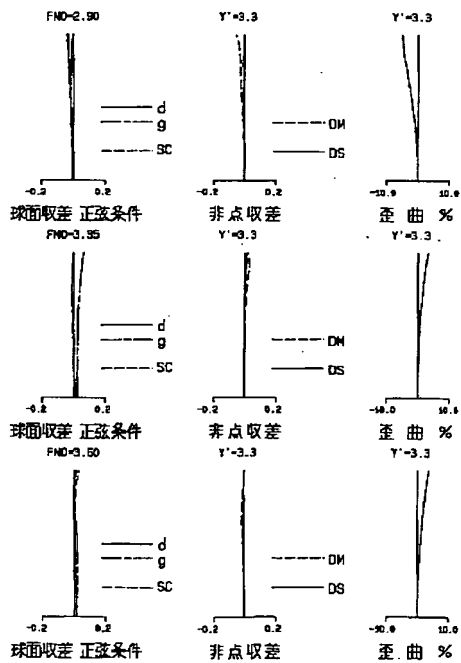
【図 13】



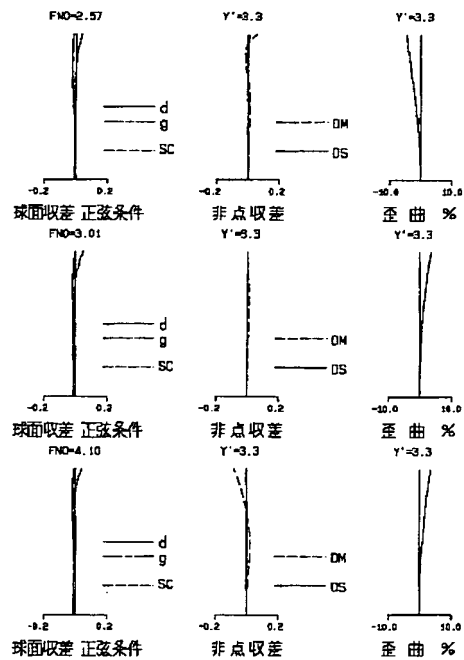
【図 14】



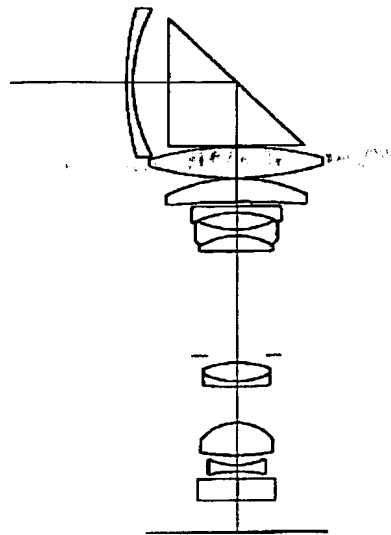
【図 15】



【図 16】



【図 18】



フロントページの続き

(72)発明者 柳生 玄太
大阪府大阪市中央区安土町二丁目 3 番13号
大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

(72)発明者 石丸 和彦
大阪府大阪市中央区安土町二丁目 3 番13号
大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

F ターム(参考) 2H044 BA07
2H087 KA03 PA07 PA08 PA09 PA18
PA19 PB08 PB10 PB11 QA02
QA03 QA06 QA07 QA17 QA19
QA21 QA25 QA26 QA32 QA34
QA39 QA41 QA42 QA45 QA46
RA05 RA12 RA13 RA21 RA32
RA36 RA41 RA43 RA46 SA23
SA27 SA29 SA32 SA43 SA47
SA49 SA52 SA54 SA55 SA63
SA64 SA65 SA72 SA74 SA76
SB03 SB04 SB13 SB14 SB22
SB23 SB32 SB33 SB42
5C022 AA11 AA13 AC54

THIS PAGE BLANK (USPTO)